



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ ⑫ **Offenlegungsschrift**
⑯ ⑯ **DE 102 19 783 A 1**

⑯ Int. Cl.⁷:
H 02 M 3/07

DE 102 19 783 A 1

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 102 19 783.0
⑯ ⑯ Anmeldetag: 3. 5. 2002
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 20. 11. 2003

⑯ ⑯ Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE
⑯ ⑯ Vertreter:
Wilhelm & Beck, 80636 München

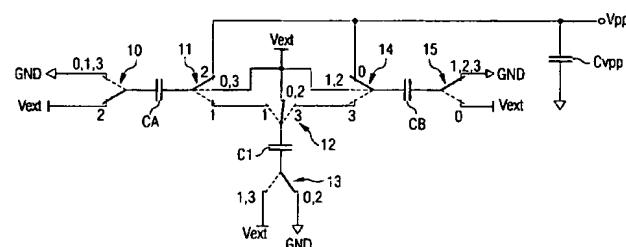
⑯ ⑯ Erfinder:
Hausmann, Michael, 82008 Unterhaching, DE;
Schnabel, Joachim, 81549 München, DE
⑯ ⑯ Entgegenhaltungen:
Mak, O.C. [u.a.]: Step-up DC Power Supply Based
on a Switched-Capacitor Circuit. In: IEEE Trans-
actions on Industrial Electronics. 1995, Vol. 42,
No. 1, IEEE-Datenbank S. 90-97;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ ⑯ Verfahren zur Erhöhung der internen Betriebsspannung für eine integrierte Schaltung sowie integrierte Schaltung

⑯ ⑯ Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Erhöhung der internen Betriebsspannung (V_{pp}) für eine integrierte Schaltung beziehungsweise eine integrierte Schaltung vorgeschlagen, bei der mittels zweier zweistufiger Ladungspumpen (A, B) die erhöhte interne Betriebsspannung (V_{pp}) erzeugt werden kann, so dass ein zuverlässiger Betrieb auch noch bei einer externen Spannungsversorgung V_{ext} = 1,8 V oder niedriger gewährleistet ist. Die beiden Ladungspumpen (A, B) arbeiten in zyklischer Folge mit einer gemeinsamen ersten Stufe zusammen. Durch eine zeitlich versetzte Anordnung der Zyklen der beiden Ladungspumpen (A, B) wird ein störungsfreies Arbeiten ermöglicht. Auch kann die für Kondensatoren notwendige große Chipfläche in vorteilhafter Weise erheblich reduziert werden.



DE 102 19 783 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Erhöhung der internen Betriebsspannung für eine integrierte Schaltung, wobei mittels wenigstens einer zweistufigen Ladungspumpe die vorhandene externe Versorgungsspannung auf die höhere interne Betriebsspannung dadurch transformiert wird, dass in einer ersten Phase ein erster Kondensator und ein zweiter Kondensator vorgeladen werden und in einer zweiten Phase dessen Ladung auf den zweiten Kondensator zur Spannungserhöhung überlagert wird, sowie von einer integrierten Schaltung nach der Gattung der nebengeordneten Ansprüche 1 und 16. Bei integrierten Schaltungen, insbesondere bei Speicherschaltungen wie DRAM's (Dynamic Random Access Memory) kann das Problem auftreten, dass die externe Versorgungsspannung, die bei dynamischen Speichern häufig durch eine Pufferbatterie unterstützt wird, zu niedrig wird und beispielsweise unter 1,8 V abfallen kann. Eine zuverlässige Datensicherung des DRAM's kann dann nicht mehr sichergestellt werden. In der Regel werden daher per se bekannte zweistufige Ladungspumpen verwendet, mit denen die erhöhte interne Betriebsspannung erzeugt werden kann. Übliche Spannungen sind hier 2,8 bis 3,0 V. Die Ladungspumpen, die als integrierte Schaltung ebenfalls auf dem Speicherchip ausgebildet sind, können – analog zu Transistororschaltungen bei der Transformation einer Wechselspannung – eine Gleichspannung auf einen höheren Wert transformieren. Sie besitzen als wesentliche Elemente in der Regel mehrere Kondensatoren, sogenannte Pump-Kondensatoren, mit denen die verwendete Gleichspannung auf einen höheren Wert, beispielsweise den doppelten Wert der externen Versorgungsspannung heraufgesetzt werden kann, wobei auch die Höhe des nutzbaren Stromes zu berücksichtigen ist. Solche Pump-Kondensatoren werden auf der Chipfläche integriert, benötigen aber – je nach ihrer Kapazität – von der verfügbaren Chipfläche relativ viel Platz, wodurch die Fertigungskosten für die Chipherstellung in unerwünschten Maße ansteigen.

[0002] Bisher wurde dieses Problem häufig dadurch umgangen, dass bei handelsüblichen dynamischen Speicher-schaltungen externe Versorgungsspannungen von beispielsweise 2,5 V oder mehr verwendet wurden. Bei niedrigeren Spannungen war eine zuverlässige Funktion der Speicher-schaltung nicht mehr gewährleistet.

[0003] Im Zuge der weiteren Entwicklung und weiterer Minimierung der elektronischen Bauteile und auch, um die Kapazität der Batterien noch besser nutzen zu können, ergibt sich das Problem, dass insbesondere Speicherschaltungen mit noch niedrigeren externen Versorgungsspannungen, beispielsweise mit 1,8 V oder weniger, zuverlässig betrieben werden müssen. Auch bei diesen niedrigen Versorgungsspannungen soll die heraufgesetzte interne Betriebsspannung Werte von 2,8 V oder höher mit einer ausreichenden Stromerzielbarkeit erzielen, ohne dass für die verwendeten zweistufigen Ladungspumpen zuviel Chipfläche verbraucht werden muss. Für die bisher bekannten zweistufigen Ladungspumpen würde in ungünstiger Weise eine unverhältnismäßig große Chipfläche benötigt, um die oben beschriebenen Anforderungen erfüllen zu können.

[0004] Das erfundengemäße Verfahren zur Erhöhung der externen Versorgungsspannung einer integrierten Schaltung beziehungsweise die integrierte Schaltung mit den kennzeichnenden Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 16 hat demgegenüber den Vorteil, dass die für die Pump-Kondensatoren benötigte Chipfläche erheblich vermindert werden kann, da beide Ladungspumpen auf die gleiche erste Stufe zugreifen können. Als besonders vorteilhaft wird dabei angesehen, dass in einem Mehr-Phasenbetrieb

die beiden Ladungspumpen sich die erste Stufe teilen, ohne dass sie sich gegenseitig beeinflussen. Dadurch kann im Prinzip die Chipfläche für eine Stufe einer Ladungspumpe eingespart werden.

[0005] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in den nebengeordneten Ansprüche 1 und 16 angegebenen Verfahrens bezüglichsweise der integrierten Schaltung gegeben. Als besonders vorteilhaft wird 10 angesehen, dass in einem vier Phasenbetrieb zunächst die erste Ladungspumpe in einer Phase 0 den ersten Kondensator vorlädt und diese Ladung in einer Phase 1 der Ladung eines zweiten Kondensators der zweiten Stufe überlagert. Beispielsweise kann durch eine geeignete Wahl der Kondensatorflächen auf dem Chip auf diese Weise die Ausgangsspannung am zweiten Kondensator einfach auf den Wert 4/3 der externen Versorgungsspannung angehoben werden.

[0006] In einer Phase 2 wird dann in vorteilhafter Weise von der ersten Ladungspumpe die gesamte Ladung auf einen dritten Kondensator übertragen, der dann die erhöhte interne Betriebsspannung bildet.

[0007] Weiterhin ist günstig, dass die erste Ladungspumpe in der Phase 3 ihren zweiten Kondensator wieder auflädt, damit im nächsten Zyklus dessen Ladung wieder zur 25 Verfügung steht.

[0008] Eine günstige Lösung wird auch darin gesehen, dass bei der zweiten Ladungspumpe ein ähnlicher Ablauf in einem vier Phasenbetrieb durchgeführt wird wie bei der ersten Ladungspumpe. In der Phase 0 lädt die zweite Ladungspumpe den zuvor genannten ersten Kondensator auf und überträgt in der Phase 1 die Ladung auf seinen zweiten Kondensator. Vorzugsweise wird dieser zweite Kondensator ebenfalls auf 4/3 Wert aufgeladen.

[0009] Von Vorteil ist auch, dass in der Phase 2 die zweite Ladungspumpe anschließend einen dritten Kondensator (Ausgangskondensator) auflädt, so dass die gewünschte erhöhte Betriebsspannung entstehen kann.

[0010] Schließlich wird in der Phase 3 wieder der zweite Kondensator aufgeladen, damit er für den nächsten Zyklus 40 vorbereitet ist.

[0011] Um einen störungsfreien Ablauf der einzelnen Phasen der beiden zweistufigen Ladungspumpen zu gewährleisten, ist in vorteilhafter Weise ein phasenversetztes Arbeiten der beiden Ladungspumpen vorgesehen.

[0012] Ein vorteilhaftes phasenversetztes Arbeiten ergibt sich, wenn die erste Ladungspumpe in der Phase 0 und die zweite Ladungspumpe in der Phase 2 zeitgleich arbeiten. In diesen Phasen lädt die erste Ladungspumpe den ersten Kondensator auf und die zweite Ladungspumpe überträgt die 50 Ladung ihres zweiten Kondensators auf den dritten Kondensator, so dass keine gegenseitige Beeinträchtigung auftreten kann.

[0013] Entsprechend günstig ist es auch, wenn im nächsten Takt die erste Ladungspumpe in der Phase 1 und die zweite Ladungspumpe in der Phase 3 arbeiten.

[0014] Für die beiden letzten Takte ergibt sich ein störungsfreies Zusammenarbeiten, wenn sich die erste Ladungspumpe in der Phase 2 bezüglichsweise 3 und sich die zweite Ladungspumpe in der Phase 0 bezüglichsweise 1 befinden.

[0015] Eine günstige Lösung wird auch darin gesehen, die einzelnen Phasen der beiden Ladungspumpen zeitlich gleich lang auszubilden. Dadurch können die beiden Ladungspumpen synchron arbeiten und können die verfügbare Phasenzeit optimal zum Laden oder Übertragen der Kondensatorladungen nutzen.

[0016] Die einzelnen Phasen werden vorteilhaft mittels MOSFET-Transistoren umgeschaltet, da sich diese in der

gleichen Technologie wie die integrierte Schaltung herstellen und leicht steuern lassen.

[0017] Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass die Ladungspumpen insbesondere für besonders niedrige Versorgungsspannungen wie 1,8 V und weniger ausgebildet werden können und dennoch weniger Chipfläche benötigen als vergleichbare bekannte Ladungspumpen.

[0018] Mit nur sechs Schaltern kann in vorteilhafter Weise eine einfache Steuerschaltung aufgebaut werden, um die Phasen der beiden Ladungspumpen zu steuern.

[0019] Bei der integrierten Schaltung ergibt sich der Vorteil, dass Speicherschaltungen wie DRAM's diese Ladungspumpen vorteilhaft nutzen können.

[0020] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Erhöhung der externen Versorgungsspannung beziehungsweise eine integrierte Schaltung zu bilden, die bei besonders niedrigen Versorgungsspannungen noch zuverlässig arbeitet und dabei möglichst wenig Chipfläche benötigt. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 16 gelöst.

[0021] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0022] Die Fig. 1a bis 1d zeigen eine erste zweistufige Ladungspumpe in schematischer Ausführung in ihren vier Phasen 0 bis 3.

[0023] die Fig. 2a-d zeigen eine zweite zweistufige Ladungspumpe in schematischer Ausführung in ihren vier Phasen 0 bis 3,

[0024] Fig. 3 zeigt eine Steuerschaltung in schematischer Ausführung und

[0025] Fig. 4 zeigt einen integrierbaren Schalter.

[0026] Um die Erfindung besser erläutern zu können, wurden am Beispiel eines vier Phasenbetriebes die einzelnen Funktionsblöcke der beiden zweistufigen Ladungspumpen A, B zunächst sehr vereinfacht an Hand der Fig. 1a bis 1d für die erste zweistufige Ladungspumpe A beziehungsweise an Hand der Fig. 2a bis 2d für die zweite Ladungspumpe B dargestellt. Die vier Phasen sind hier nur beispielhaft angeführt und können natürlich in ihrer Anzahl auch verändert werden.

[0027] Es ist vorgeschen, dass nach Ablauf der vier Phasen, die zeitlich gesehen entsprechend den Fig. 1a. . .1d beziehungsweise 2a. . .2d jeweils von oben nach unten verlaufen, ein neuer Zyklus wieder oben beginnt. Die Geschwindigkeit für die Zyklen ist abhängig vom Anwendungsfall und kann entsprechend gewählt werden. Vorteilhaft erscheint auch, die einzelnen Phasen zeitlich gleich lang auszubilden, so dass sich eine einfachere Taktung ergibt.

[0028] Zunächst wird die Erfindung für die erste Ladungspumpe A erläutert, die schematisch vereinfacht in den Fig. 1a bis 1d dargestellt ist. Fig. 1a zeigt die erste Stufe der zweistufigen Ladungspumpe A, die übrigens auch die gleiche erste Stufe der zweiten zweistufigen Ladungspumpe B bildet, wie später noch erläutert wird.

[0029] Wesentliches Bauteil der ersten Stufe der Ladungspumpe A ist ein Kondensator C1 (Pump-Kondensator), der von einer externen Versorgungsspannung Vext, die als Gleichspannung angelegt wird und beispielsweise von einer Batterie geliefert werden kann, vorgeladen. Auch ein zweiter Kondensator CA dieser Ladungspumpe A wurde vorgeladen. Entsprechend Fig. 1a lädt sich somit der Kondensator C1 unter Berücksichtigung einer entsprechenden Zeitkonstanten auf die Spannung U1 = Vext auf.

[0030] Nach Ablauf der Phase 0 zeigt Fig. 1b die Phase 1 der ersten Ladungspumpe A. Als zweite Stufe dient hier im wesentlichen ein zweiter Kondensator CA, der zur ersten Stufe parallel geschaltet ist. Über nicht dargestellte Schalter,

beispielsweise in MOSFET-Technologie (Metall Oxid Semiconductor Field Effect Transistor), wirkt nun der erste Kondensator C1 zusammen mit der Versorgungsspannung Vext als Spannungsquelle, so dass ein Ladestrom I den

5 zweiten Kondensator CA dieser Ladungspumpe A aufladen kann. Die Ausgangsspannung UA erhöht sich am zweiten Kondensator CA beispielsweise auf den Wert $UA \sim 4/3 Vext$. Die Spannungssteigerung ist im wesentlichen durch das Verhältnis der Kapazitäten der beiden Kondensatoren 10 C1, CA bestimmt und kann entsprechend variiert werden. Ist CA beispielsweise doppelt so groß wie C1, ergibt sich der oben genannte Wert; wenn die Ladung übertragen wurde.

[0031] Fig. 1c zeigt Phase 2 der ersten Ladungspumpe A.

15 Hier wirkt der zweite Kondensator CA zusammen mit der Spannung Vext wieder als Quelle und lädt mittels des Ladestroms I einen Ausgangskondensator Cpp auf. Hier stellt sich nun die gewünschte erhöhte Betriebsspannung Vpp ein, die an einer Ausgangsklemme des Ausgangskondensators 20 Cpp abgreifbar ist. Für eine integrierte Schaltung wie ein DRAM kann diese Spannung im Bereich 2,5 bis 3 V mit ausreichender Stromverfügbarkeit liegen, wobei die Versorgungsspannung Vext auch kleiner als 1,8 V betragen kann. Dies gilt allerdings nur, wenn auch die zweite Ladungspumpe B im entsprechenden Rhythmus arbeitet, wie nachfolgend erläutert wird.

[0032] In Phase 3 wird der zweite Kondensator CA von der externen Versorgungsspannung Vext wieder vorgeladen.

[0033] Der Aufbau und die Funktionsweise der zweiten 30 zweistufigen Ladungspumpe B wird nachfolgend an Hand der Fig. 2a bis 2d näher erläutert.

[0034] Der Aufbau der zweiten Ladungspumpe B ist weitgehend ähnlich ausgebildet, wie er zur ersten Ladungspumpe A beschrieben wurde. In der Phase 0 wird entsprechend Fig. 2c der erste Kondensator C1 aufgeladen, der schon zuvor erläutert wurde. Dieser Kondensator C1 bildet auch für die zweite Ladungspumpe B die erste Stufe.

[0035] Anschließend wird gemäß Fig. 2d in der Phase 1 die Ladung des ersten Kondensators C1 zusammen mit der 40 Versorgungsspannung Vext auf einen zweiten Kondensator CB übertragen, der die zweite Stufe der zweiten Ladungspumpe B bildet. Dieser Vorgang wurde in ähnlicher Weise schon zu Fig. 1b beschrieben. Da der zweite Kondensator CB die gleiche Kapazität wie CA hat, stellt sich auch hier eine Ausgangsspannung $UB \sim 4/3 Uext$ ein. Bei anderen Verhältnissen stellt sich natürlich eine entsprechend geänderte Spannung ein.

[0036] Entsprechend der Fig. 2a wird nun in einer Phase 2 die im zweiten Kondensator CB gespeicherte Ladung zusammen mit der Versorgungsspannung Vext auf den von der ersten Ladungspumpe her beschriebenen Ausgangskondensator Cpp übertragen, so dass sich auch hier in dieser Phase die nutzbare erhöhte Betriebsspannung Vpp einstellt.

[0037] In Fig. 2b wird wieder der zweite Kondensator CB auf die Ausgangsspannung $UB = Vext$ vorgeladen. In Fig. 2c beginnt dann wieder ein neuer Zyklus für die zweite Ladungspumpe.

[0038] Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass beide Ladungspumpen A, B parallel in zyklischer Folge, 60 aber phasenversetzt zusammenarbeiten. Während die Ladungspumpe A sich entsprechend Fig. 1a in der Phase 0 befindet, befindet sich die zweite Ladungspumpe B entsprechend Fig. 2a in der Phase 2. Beim nächsten Takt wechselt die erste Ladungspumpe A entsprechend Fig. 1b in Phase 1 und die zweite Ladungspumpe B entsprechend Fig. 2b in Phase 3.

[0039] Wie den Fig. 1c und 2c zu entnehmen ist, befindet sich nun die erste Ladungspumpe A in der Phase 2 und die

zweite Ladungspumpe B in der Phase 0. Entsprechendes gilt für die **Fig. 1d** und **2d**. Hier befinden sich die beiden Ladungspumpen A, B in der Phase 3 beziehungsweise in der Phase 1, danach beginnt entsprechend den **Fig. 1a** und **2a** wieder ein neuer Zyklus.

[0040] Durch diese phasenversetzte Anordnung der beiden Ladungspumpen A, B um 180 Grad Phasenwinkel ist zu jedem Zeitpunkt sichergestellt, dass keine gegenseitigen Störungen der beiden Ladungspumpen A, B auftreten können. Dennoch kann durch die gemeinsame Nutzung der ersten Stufe die erforderliche Chipfläche gegenüber bekannten Lösungen deutlich reduziert werden.

[0041] **Fig. 3** zeigt eine Steuerschaltung in schematischer Ausführung, die mittels sechs Schaltern **10...15** die einzelnen Phasen 0...3 der beiden Ladungspumpen A, B steuern kann. Die sechs Schalter **10...15** sind als Umschalter ausgebildet und werden bei der Realisierung in die integrierte Schaltung in Form von Schalttransistoren, beispielsweise in NFET- oder PFET-Technologie ausgebildet. Die Schalter **11, 12 und 14** haben drei Schaltstellungen, während die Schalter **10, 13 und 15** nur zwei Schaltstellungen aufweisen. Ein Beispiel zeigt **Fig. 4** und wird später noch erläutert.

[0042] Die Kondensatoren **C1, CA** und **Cvpp** in **Fig. 3** sind die gleichen, wie sie zu den **Fig. 1** und **2** beschrieben wurden. **GND** ist das Massebezugspotenzial und **Vext** ist die externe Versorgungsspannung beziehungsweise **Vpp** die erhöhte interne Betriebsspannung, die am Ausgang der Steuerschaltung zur Verfügung steht. Die verschiedenen Schaltstellungen sind gestrichelt beziehungsweise zur Unterscheidung mit einer durchgezogenen Linie gekennzeichnet. Die Ziffern 0 bis 3 stellen dabei die einzelnen Schaltverbindungen für die Phasen 0 bis 3 dar.

[0043] Nachfolgend wird die Funktionsweise dieser Anordnung aus der Sicht der Ladungspumpe A zunächst für den Phase 0 erläutert. Entsprechend der mit 0 gekennzeichneten Schalterstellungen liegt der Kondensator **CA** einerseits auf **GND** und wird andererseits auf **Vext** aufgeladen. Beteiligt sind hierbei die Schalter **10** und **11**. Des Weiteren wird über die Schalter **12, 13** der Kondensator **C1** auf **Vext** aufgeladen. Der Kondensator **CB** der Ladungspumpe B überträgt über die Schalter **14** und **15** seine Ladung auf den Ausgangskondensator **Cvpp** entsprechend der Beschreibung zu **Fig. 2b**.

[0044] Sinngemäß wird in Phase 1 der Schalter **11** umgeschaltet, während Schalter **10** in seiner Stellung verbleibt. Ebenfalls werden die Schalter **12, 13, 14** und **15** umgeschaltet.

[0045] In Phase 2 werden die Schalter **10, 11, 12** und **13** umgeschaltet, die Schalter **14** und **15** bleiben in ihrer vorherigen Schaltstellung stehen.

[0046] In Phase 3 werden wieder die Schalter **10, 11, 12, 13** und **14** umgeschaltet, der Schalter **15** bleibt unverändert.

[0047] Die oben geschriebenen Schaltvorgänge wiederholen sich zyklisch, so dass die Kondensatoren **CA, C1, CB** und **Cvpp** entsprechend auf- und entladen werden können.

[0048] **Fig. 4** zeigt einen zweipoligen Umschalter, wie er beispielsweise bei den Schaltern **10, 13** und **15** verwendbar ist. Der Umschalter weist zwei Schalttransistoren **T1, T2** auf, durch die ein Schaltstrom zwischen den Anschlüssen **X, Y** beziehungsweise **X, Z** fließen kann, je nach dem, welcher der beiden Steuereingänge **Drive XY** oder **Drive XZ** angesteuert wird. Bei einem dreipoligen Umschalter wird entsprechend ein dritter Schalttransistor parallel geschaltet. Die Ansteuerung der Schalttransistoren erfolgt vorzugsweise durch eine in der integrierten Schaltung ausgebildete Steuerlogik.

Bezugszeichenliste

0...3 Phasen	
10...15 Schalter/Umschalter	
C1 erster Kondensator	
CA zweiter Kondensator	
CB weiterer Kondensator	
Cvpp Ausgangskondensator/dritter Kondensator	
Drive XY Steuereingang	
Drive XZ Steuereingang	
GND Massebezugspotenzial	
I Ladestrom	
T1, T2 Schalttransistoren	
UA Ausgangsspannung am Kondensator CA	
UB Ausgangsspannung am Kondensator CB	
Vext externe Versorgungsspannung	
Vpp interne Betriebsspannung	
X, y, Z Anschluss	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der externen Versorgungsspannung (**Vext**) einer integrierten Schaltung, wobei mittels wenigstens einer zweistufigen Ladungspumpe (A, B) die externe Versorgungsspannung (**Vext**) auf eine höhere interne Betriebsspannung (**Vpp**) dadurch transformiert wird, dass in einer ersten Phase ein erster Kondensator (**C1**) und ein zweiter Kondensator (**CA; CB**) vorgeladen und in einer zweiten Phase die Ladung des ersten Kondensators (**C1**) auf den zweiten Kondensator (**CA; CB**) zur Spannungserhöhung überlagert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei zweistufige Ladungspumpen (A, B) verwendet werden, die in einem Mehr-Phasenbetrieb parallel arbeiten, wobei in zyklischer Folge die beiden zweistufigen Ladungspumpen (A, B) auf eine gemeinsame erste Stufe zugreifen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ladungspumpe (A) in einer Phase 0 den ersten Kondensator (**C1**) vorlädt und dessen Ladung in einer Phase 1 der Ladung des zweiten Kondensators (**CA**) der zweiten Stufe überlagert und dabei dessen Ausgangsspannung (**UA**) vorzugsweise auf den Wert **UA ~ 4/3 Vext** erhöht.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ladungspumpe (A) in einer Phase 2 die Ladung ihres zweiten Kondensators (**CA**) zur Bildung der erhöhten internen Betriebsspannung (**Vpp**) auf einen Ausgangskondensator (**Cvpp**) überträgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ladungspumpe (A) in einer Phase 3 ihren zweiten Kondensator (**CA**) wieder auflädt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ladungspumpe (B) in einer Phase 0 den ersten Kondensator (**C1**) vorlädt und dessen Landung in einer Phase 1 der Ladung ihres zweiten Kondensators (**CB**) überlagert und dabei dessen Ausgangsspannung (**UB**) vorzugsweise auf den Wert **UB ~ 4/3 Vext** erhöht.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ladungspumpe (B) in einer Phase 2 die Ladung des zweiten Kondensators (**CB**) zur Bildung der erhöhten internen Betriebsspannung (**Vpp**) auf den Ausgangskondensator (**Cvpp**) überträgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ladungspumpe

pumpe (B) in einer Phase **3** den zweiten Kondensator (CB) wieder auf die externe Versorgungsspannung (Uext) auflädt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Ladungspumpen (A, B) phasenversetzt arbeiten. **5**

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ladungspumpe (A) in ihrer Phase **0** und die zweite Ladungspumpe (B) in ihrer Phase **2** zeitgleich arbeiten. **10**

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ladungspumpe (A) in ihrer Phase **1** und die zweite Ladungspumpe (B) in ihrer Phase **3** zeitgleich arbeiten.

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ladungspumpe (A) in ihrer Phase **2** und die zweite Ladungspumpe (B) in ihrer Phase **0** zeitgleich arbeiten. **15**

12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ladungspumpe (A) in ihrer Phase **3** und die zweite Ladungspumpe (B) in ihrer Phase **1** zeitgleich arbeiten. **20**

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der jeweils zugeordneten Phasen gleich groß ist. **25**

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Phasen **0 . . 3** mittels einer Steuerung, die vorzugsweise MOSFET-Schalter aufweist, umgeschaltet werden. **30**

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladungspumpen (A, B) für eine externe Spannungsversorgung (Vext) ausgebildet sind, die vorzugsweise = 1,8 V beträgt. **35**

16. Integrierte Schaltung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die integrierte Schaltung eine Speicherschaltung aufweist und dass die Ladungspumpen (A, B) die interne Betriebsspannung (Vpp) bilden. **40**

17. Integrierte Schaltung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerschaltung vorgesehen ist, die wenigstens sechs Schalter (**10 . . 15**) aufweist, mit denen die einzelnen Phasen **0 . . 3** der beiden Ladungspumpen (A, B) steuerbar sind. **45**

18. Integrierte Schaltung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Speicherschaltung ein DRAM aufweist.

50

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

FIG 1A

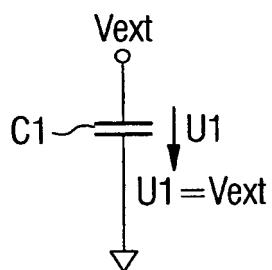


FIG 1B

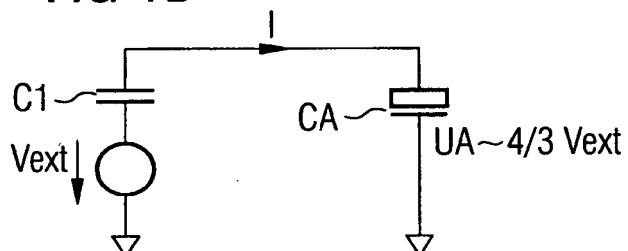


FIG 1C

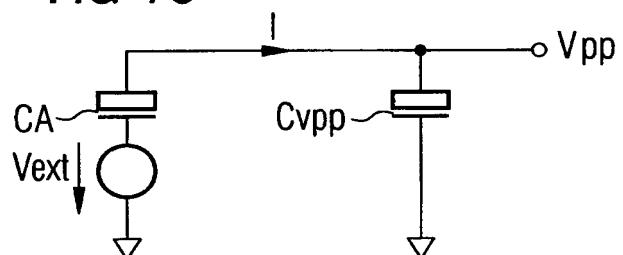


FIG 1D

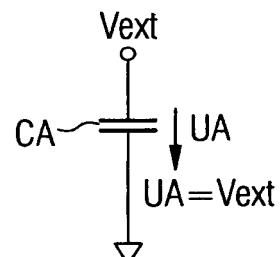


FIG 2A

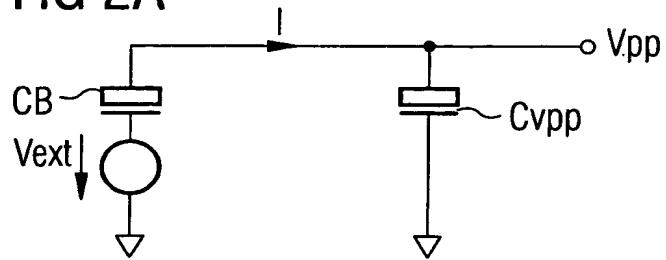


FIG 2B

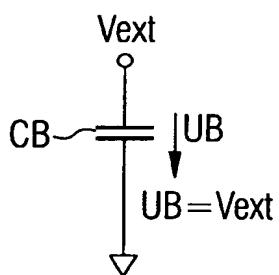


FIG 2C

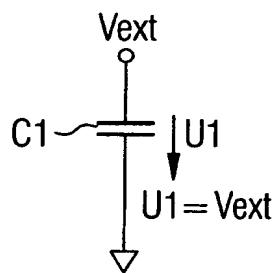


FIG 2C

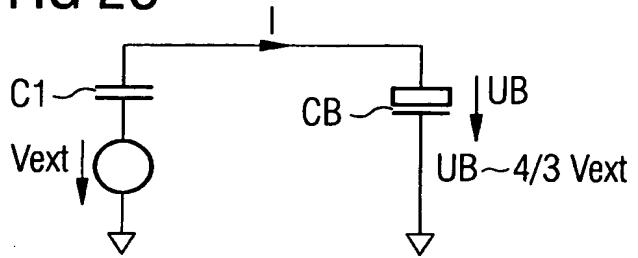


FIG 3

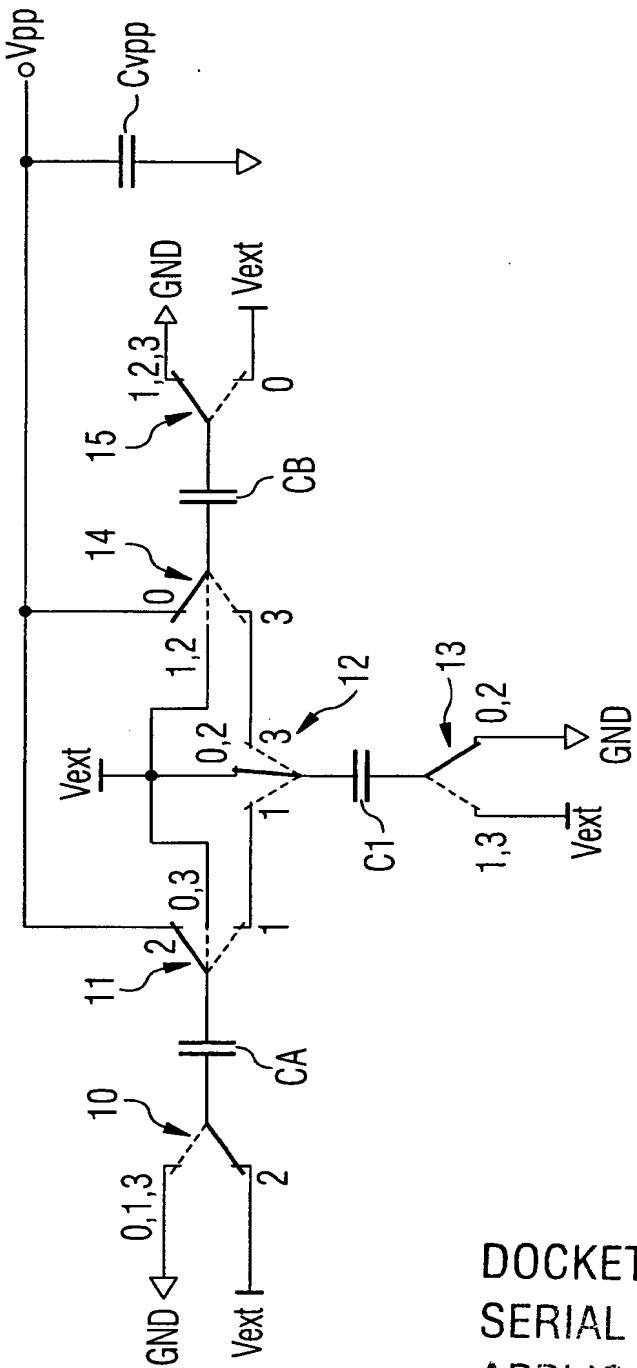
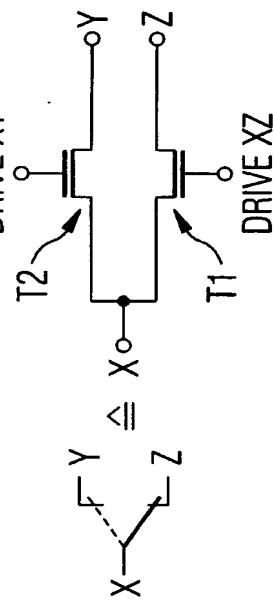


FIG 4

DOCKET NO: W&B-INF-1816SERIAL NO: 10/600,961APPLICANT: Hausmann

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100